

PAT-NO: JP410248978A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10248978 A

TITLE: BAT FOR REGULATED BASEBALL

PUBN-DATE: September 22, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NARUO, TAKESHI

OKADO, YUJI

ISHIDA, KAZUYA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MIZUNO CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09081844

APPL-DATE: March 14, 1997

INT-CL (IPC): A63B059/06

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase a restitution characteristic by making the natural frequency of the hitting area of a regulated baseball bat lower than specified Hz.

SOLUTION: The natural frequency of the hitting area 3 of a regulated baseball bat 1 in the cylindrical direction thereof is set at a value 1750Hz or lower. For instance, the bat 1 is formed of an aluminum alloy whose natural frequency is low. A bat 1 whose restitution coefficient is high is obtained this way. On the contrary, in the case of an FRP bat whose natural frequency is high, its restitution coefficient is low. If the natural frequency is set at 1650Hz or lower, the restitution characteristic improves and the carry increases. Or the average thickness of the site 3a, 50 to 200mm from the head of the bat may be made higher than other sites 3b, 3c and the natural frequency may be set at 1750Hz or lower or 1650Hz or lower. The restitution characteristic is improved by setting the natural frequency this way.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-248978

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月22日

(51) IntCl<sup>6</sup>

A 6 3 B 59/06

識別記号

F I

A 6 3 B 59/06

A

C

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-81844

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月14日

(71) 出願人 000005935

美津濃株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目1番23号

(72) 発明者 鳴尾 丈司

大阪府大阪市住之江区南港北1丁目12番35

号 美津濃株式会社内

(72) 発明者 岡戸 雄司

大阪府大阪市住之江区南港北1丁目12番35

号 美津濃株式会社内

(72) 発明者 石田 和也

大阪府大阪市住之江区南港北1丁目12番35

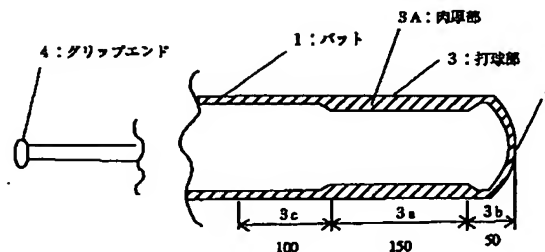
号 美津濃株式会社内

(54) 【発明の名称】 硬式野球用バット

(57) 【要約】

【課題】 本願発明は、硬式野球用バットの円管方向の固有振動数を低く押さえることにより、反発特性を向上させボールの飛距離を向上させることを目的なされたものである。

【解決手段】 本願発明は、硬式野球用バット1の打球部3の円管方向の固有振動数を1750Hz以下乃至は1650Hz以下に設定したことを特徴とする硬式野球用バット1である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 硬式野球用バットにおいて、打球部の円管方向の固有振動数が1750Hz以下であることを特徴とする硬式野球用バット。

【請求項2】 硬式野球用バットにおいて、打球部の円管方向の固有振動数が1650Hz以下であることを特徴とする硬式野球用バット。

【請求項3】 前記硬式野球用バットにおいて、バット先端部から50～200mmの部位における打球部の平均肉厚が、該打球部の前後の部位の平均肉厚よりも厚いことを特徴とする請求項1又は2記載の硬式野球用バット。

【請求項4】 前記硬式野球用バットにおいて、バット先端部から125～175mmの部位における打球部の平均肉厚が、該打球部の前後の部位の平均肉厚よりも厚いことを特徴とする請求項1又は2記載の硬式野球用バット。

【請求項5】 前記硬式野球用バットにおいて、バット先端部から50～200mmの部位における打球部の平均肉厚が、該打球部の前後の部位の平均肉厚よりも0.2mm～0.8mm厚くしたことを特徴とする請求項1、2又は3記載の硬式野球用バット。

【請求項6】 前記硬式野球用バットにおいて、バット先端部から125～175mmの部位における打球部の平均肉厚が、該打球部の前後の部位の平均肉厚よりも0.2mm～0.8mm厚くしたことを特徴とする請求項1、2又は4記載の硬式野球用バット。

【請求項7】 前記硬式野球用バットの素材としては、チタニウム、チタニウム合金製、アルミニウム合金製又は繊維強化プラスチック製であることを特徴とする請求項1、2、3、4、5又は6記載の硬式野球用バット。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本願発明は、硬式野球用バットの改良に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、硬式野球用バット（以下、単にバットと省略する。）としては木製、金属製の他、カーボンファイバー、グラスファイバー等よりなる繊維強化プラスチック製など、各種の素材より構成されたものが市場に供給されている。又、従来のバットにおいては、打球時のボールの反発特性を向上させる試みから、バットの打球部内部に各種の構造物を介在させたり、特公平5-33071号に開示されている発明のように、バットの曲げ方向の固有振動数とボールの固有振動数を近づけることで反発特性を改善し、飛距離を向上させるといった発明が公知になっており、従来より多数の特許が出願されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これら従来か

ら公知のバットにおいては、以下のような問題点を有していた。即ち、打球時のボールの反発特性を向上させる試みから、バットの打球部内部に各種の構造物を挿入したものにおいては、例えば、反発特性をボール初速度で定義した場合に、打球位置での反発係数及びヘッドスピードそして、その部分での有効質量、重心位置がからみあってくる。この有効質量とスイートエリアを大きくすると言う意味で重心周りの慣性モーメントは、大きければ大きいほど良いと言うことになるが、その分ヘッドスピードが低下するので、最適なこれらの値と言うのはバッターのスイング及び体力にかなり依存することになり、これらが備わっていないバッターでは、バットの打球部内部に各種の構造物を挿入したバットは、かえって扱い難くなると言った問題点を有していた。

【0004】更に、バットの曲げ方向の固有振動数とボールの固有振動数を近づけることで反発特性を改善し、飛距離を向上させるといった発明において、バット打球部の円管方向の固有振動数と反発係数に関する科学的なデータや、どのような構造（外径、肉厚分布）が飛距離向上にどのように寄与しているかについての研究や発明は過去には、全く行われていなかった。即ち、反発係数に関して見た場合に、ボールとバットが衝突する時の、衝撃力によってバットに曲げ方向の固有振動と円管の潰れによる円管方向の固有振動が生じるものである。そのため、従来より公知の特公平5-33071号に開示されている発明においては、図9及び図10に示すようにバットの曲げ方向における固有振動数に注目し、この曲げ方向における固有振動数とボールの固有振動数を近似させることによって、反発係数を向上させようとするものであった。しかし、曲げ方向の固有振動に関しては、一次振動、二次振動、三次振動と高次までの振動が発生し、その内特に低次の振動ほど大きな変位があり、影響が大きいものであるが、ある振動モードの節の部分で打撃した場合、その振動モードの振動は全く励起されないため、振動による反発の影響は無くなるものである。例えば、図10に示すように、バットにおける一次振動の節16は、撃心位置に近い位置とグリップ部に存在するため、打球部の撃心位置で打球すれば、バットの曲げ方向の固有振動数とボールの固有振動数を近似させていてもその振動モードの振動は全く励起されないため、固有振動数を略合致させることにより、ボールの反発係数を向上させること自体に有意性を見出すことができないものである。

【0005】又、ボールが振動モードの節から離れれば離れるほど、即ち振動の腹に近づけば近づくほど、この曲げ方向の固有振動の影響が大きくなって行くため、ボールの衝突時にバットの曲げ方向の固有振動によるバットからボールへのエネルギー伝達の効率が悪くなり、反発係数が低下する。この反発係数の低下を少なくするためには、振動を抑制するという意味で振動数を上昇させ

ることであり、そのためには、バットの長手方向の剛性を大きくする設計が必要となる。これらのことから、バットの長手方向の剛性が大きくなりすぎて、バット自体の撓りが減少し、打球時のフィーリングが低下すると言った問題点を有したバットになっていた。

【0006】

【課題を解決するための手段】そこで、本願発明は上記課題を解明するためになされたもので、反発特性の優れたバットを提供することを目的とする。即ち、前述のバットの曲げ方向の固有振動に対して、打球による打撃部の円管の変形は、撃心位置を含めどの位置でも発生し、常に反発特性への影響が存在するものである。このことは、図11に示すように、打球時における打撃部の円管が、真円形状(a)から縦楕円形状(b)を経て方形形状(c)、横楕円形状(d)になり、更に可逆的に横楕円形状(d)から方形形状(c)を経て縦楕円形状(b)から真円形状(a)と言うように変形状態から元に戻ろうとし、円管方向の固有振動が発生するものである。この時の固有振動数は、ボールの固有振動に比べて、はるかに大きく、その値は、一桁は異なるものである。そして、本願発明者等は、これらバットの打撃部の円管方向の固有振動数が、小さければ小さいほど反発特性が増加することに着眼して、本願発明のより反発特性\*

$$e = -\{V_{BL}(OUT) - (V_{BT}(PAL) + a \cdot V_{BT}(ROT))\} / V_{BL}(IN)$$

e : 反発係数

V<sub>BL</sub>(IN) : 衝突前のボールの重心の速度(m/s)

V<sub>BL</sub>(OUT) : 衝突後のボールの重心の速度(m/s)

V<sub>BT</sub>(PAL) : 衝突後のバットの重心の並進速度(m/s)

V<sub>BT</sub>(ROT) : 衝突後のバットの重心回りの回転角速度(rad/s)

a : バットの重心からのボールの衝突位置までの距離(グリップ側を正)

【0010】なお、上記算出式の速度はハイスピードビデオカメラにより撮影されたものを画像解析装置により画像解析することにより得た。

【0011】次に、バット打球部の円管方向における固有振動数の測定装置を図8に示すものである。実験装置は、バット1、バット吊り下げ台9、ゴムベルト10、インパルスハンマー11、加速度計12、アンプ13、FFTアナライザー14、パーソナルコンピューター15等により構成した。なお、グリップエンド4をゴムベルト10により固定し被測定用の硬式野球用バット1は自由支持に近い状態に設置した。測定位置は、撃心位置、撃心+50mm(撃心からバット先端部方向より※

\*の優れたバットを供給しようとするものである。

【0007】

【発明の実施の形態】まず本願発明の円管方向の固有振動数を低減することが、バットの反発特性にとって有利になる原理を本願発明者等が行った反発実験に基づいて説明する。なお、本願発明に関する反発実験には、アルミニウム合金製、FRP製の二種類のバットを用いて行った。図7に反発実験装置の概略図を示す。実験装置は、ピッチングマシン5、ハイスピードビデオカメラ7、画像解析装置(図示せず)により構成した。実験では、ピッチングマシン5より打ち出したボール6を支柱8により自由支持の状態に設置したバット1に衝突させ、この衝突を真上からハイスピードカメラ7により撮影した。ボール6の衝突位置は、撃心、撃心+50mm(撃心からバット先端部方向より50mmの位置)、撃心-50mm(撃心からグリップエンド方向より50mmの位置)の三個所を設定し、一個所につきボールを6球衝突させた。

【0008】次に、反発係数の算出式及び算出方法について記す。反発係数eの算出式を数1に示す。

【0009】

【数1】

※50mmの位置)、撃心-50mm(撃心からグリップエンド方向より50mmの位置)の三個所、又はバット先端部から50mm、100mm、150mm、200mm、250mmの五個所とし、それぞれの位置でバットの円周方向に12点の測定点1A設け、一個所につき4回ずつインパルスハンマー11で叩き、FFTアナライザー14により円管方向の固有振動数を求めた。

【0012】反発係数測定結果及び振動数測定結果を表1に示す。

【0013】

【表1】

## 反発係数及び固有振動数 (Hz) 測定結果

衝突速度	V=25m/s			
測定位置	撃心+50mm	撃心	撃心-50mm	振動数 (Hz)
アルミニウム合金 製バット	0.632	0.664	0.597	1907
FRP製 バット	0.633	0.613	0.589	2728
衝突速度	V=37m/s			
測定位置	撃心+50mm	撃心	撃心-50mm	振動数 (Hz)
アルミニウム合金 製バット	0.616	0.607	0.540	1907
FRP製 バット	0.605	0.580	0.521	2728

【0014】表1の実験結果から分かるように、円管方向の固有振動数が低いアルミニウム合金製のバットが反発係数が高く、逆に円管方向の固有振動数が高いFRP製のバットが反発係数が低いことを示している。即ち、円管方向の固有振動数と反発係数との間には負の相関関係があることが分かる。

\*

\*【0015】次に、表2に本願発明に係るバットと従来より公知のバットの円管方向の固有振動数と各々のバットの外径、肉厚との関係を表2に示す。

【0016】  
【表2】

円管方向の固有振動数とバット外径及び肉厚の関係

バット先端部からの距離 (mm)		50	100	150	200	250
比較例1	固有振動数 (Hz)	1919	1913	1915	1913	1914
	バット外径 (mm)	69.0	69.2	69.0	66.5	62.3
	肉厚 (mm)	3.17	3.05	2.99	3.01	2.61
比較例2	固有振動数 (Hz)	1784	1793	1789	1788	1792
	バット外径 (mm)	69.0	69.0	68.9	68.2	65.5
	肉厚 (mm)	3.01	2.97	2.97	2.89	2.79
実施例1	固有振動数 (Hz)	1626	1635	1641	1642	1638
	バット外径 (mm)	68.1	68.1	69.1	67.3	64.1
	肉厚 (mm)	2.08	2.48	3.05	2.59	2.09
実施例2	固有振動数 (Hz)	1589	1592	1563	1551	1569
	バット外径 (mm)	68.0	68.1	67.9	67.2	64.5
	肉厚 (mm)	2.59	2.51	2.52	2.45	2.33

【0017】表2の結果から、各種バットの円管方向の固有振動数は肉厚、外径分布により異なる事が分かった。又、測定位置の肉厚、外径だけでなくバット全体の構造が影響を及ぼすことも判明した。例えば、実施例2については、円管方向の固有振動数が最も低く、反発特性は他の実施例や従来例に対比して優れていることがわかる。又、実施例1については円管方向の固有振動数も低く、且つ打球部中心（バット先端部から125～175mmの部位）の肉厚も実用強度を保つ上で十分な強度を有している。従って、反発特性、強度面の両面から判断すると、実施例1の構造が最も適していると言える。これらの実験結果から、本願発明者等は、バットの打球部の円管方向の固有振動数が低いほど反発係数が高くなる事を見出し、また強度面も考慮に入れば、実施例1のような構造、即ち、バットの打球部の必要な部位の肉厚を厚くして、他の部位は、肉厚をやや薄くすることにより、飛距離を向上するのに最も適したバットを供給することが可能となった。

【0018】

【実施例】

\*（実施例1）本願発明に係る硬式野球用バットについて、図面に基づいて説明すれば、図1乃至図2に示すように、バット1の打球部3の円管方向の固有振動数が1750Hz以下であることを特徴とするバット1であり、実験結果からも分かるように、円管方向の固有振動数を下げることで反発特性が高くなり、ボールの飛距離が向上するものである。

【0019】（実施例2）本願発明に係る硬式野球用バットとしては、打球部3の円管方向の固有振動数が1650Hz以下であることを特徴とするバット1であり、実験結果からも分かるように、円管方向の固有振動数を下げることで反発特性が高くなり、ボールの飛距離が向上するものである。

【0020】（実施例3）本願発明に係る硬式野球用バットとしては、打球部3の円管方向の固有振動数が1750Hz以下乃至は1650Hz以下であり、実施例としては、図3乃至は、図5に示すように、バット1の打球部3において、バット先端部2から50～200mmの部位3aの平均肉厚が、該部位3aの前後の部位3

\*50 b、3c（バット先端部2から0～50mmの部位、乃

至は200~300mmの部位)の平均肉厚よりも厚いことを特徴とするバット1である。なお、本願発明においては、バット1の打球部3の平均肉厚の厚い部位3aを図3に示すように、バットの打球部の内側に形成することも出来るし、図5に示すように、バットの打球部の外側に形成することも出来るものである。なお、図3及び図5では、肉厚の部位が盛り上がった形態であるが、これは、肉厚の部位を強調して説明するための図であり、実際のバットにおいては、なだらかに推移するものであり、打球に際して、ボールの方向性に悪影響を与えるものではない。本実施例3によれば、実験結果からも分かるように円管方向の固有振動数はかなり低く、反発特性に優れていることが分かる。又、図3乃至は図5に示すように、打球部3であるバット先端部2から50~200mmの部位3aの平均肉厚が他の部位3b、3c(バット先端部2から0~50mmの部位、乃至はバット先端部2から200~300mmの部位)の平均肉厚よりも厚いので、強度を損なうこともなく、また打球部3の中心に質量が集中することから、ボールとの衝突に際し、バット自体の有効質量が増大し、反発特性が一層

高くなるものである。  
【0021】(実施例4)本願発明に係る硬式野球用バットにおいては、打球部3の円管方向の固有振動数が1750Hz以下乃至は1650Hz以下であるバット1のその他の実施例としては、図4及び図6に示すように、バット1の打球部3において、バット先端部2から125~175mmの部位3aの平均肉厚が、該部位3aの前後の部位3b、3c(バット先端部2から0~125mmの部位、乃至はバット先端部2から175~300mmの部位)の平均肉厚よりも厚いことを特徴とするバット1である。なお、本願発明においては、バット1の打球部3の平均肉厚の厚い部位3aを図4に示すように、バットの打球部の内側に形成することも出来るし、図6に示すように、バットの打球部の外側に形成することも出来るものである。なお、図4及び図6では、肉厚の部位が盛り上がった形態であるが、これは、前述のごとく、肉厚の部位を強調して説明するための図であり、実際のバットにおいては、なだらかに推移するものであり、打球に際して、ボールの方向性に悪影響を与えるものではない。本実施例4によれば、実験結果からも分かるように円管方向2の固有振動数はかなり低く、反発特性に優れていることがわかる。又、打球部3であるバット先端部2から125~175mmの部位の平均肉厚が他の打球部(バット先端部2から0~125mmの部位、乃至はバット先端部2から175~300mmの部位)の平均肉厚よりも厚いので、強度を損なうこともなく、また打球部3の中心に質量が集中することからボールとの衝突に際し、硬式野球用バットの有効質量が増大し、反発特性が一層高くなるものである。

【0022】(実施例5)本願発明に係る打球部の円管

方向の固有振動数が1750Hz以下乃至は1650Hz以下である硬式野球用バットとしては、図3乃至は図5に示すように、バット先端部2から50~200mmの部位3aにおける打球部3の平均肉厚が、他の打球部3b、3c(バット先端部2から0~50mmの部位、乃至はバット先端部2から200~300mmの部位)の平均肉厚よりも0.2~0.8mm厚くしたことを特徴とする硬式野球用バット1である。なお、本願発明においては、バット1の打球部3の平均肉厚の厚い部位3aを図3に示すように、バットの打球部の内側に形成することも出来るし、図5に示すように、バットの打球部の外側に形成することも出来るものである。本実施例5によれば、実験結果からも分かるように円管方向の固有振動数はかなり低く、反発特性に優れていることが分かる。又、打球部3であるバット先端部2から50~200mmの部位3aの平均肉厚が他の打球部3b、3c(バット先端部2から0~50mmの部位、乃至はバット先端部2から200~300mmの部位)の平均肉厚よりも0.2~0.8mm厚くしたことにより強度を損なうこともなく、また打球部の中心に質量が集中することから、ボールとの衝突に際し、バット自体の有効質量が増大し、反発特性が一層高くなるものである。

【0023】(実施例6)本願発明に係る打球部の円管方向の固有振動数が1750Hz以下乃至は1650Hz以下である硬式野球用バットとしては、図4乃至は図6に示すように、バット先端部2から125~175mmの打球部3の部位3aにおける平均肉厚が他の打球部3b・3c(バット先端部2から0~125mmの部位、乃至はバット先端部2から175~300mmの部位)の平均肉厚よりも0.2~0.8mm厚くしたことを特徴とするバット1である。なお、本願発明においては、バット1の打球部3の平均肉厚の厚い部位3aを図4に示すように、バットの打球部の内側に形成することも出来るし、図6に示すように、バットの打球部の外側に形成することも出来るものである。本実施例6によれば、実験結果からも分かるように円管方向の固有振動数はかなり低く、反発特性に優れていることがわかる。又、打球部3であるバット先端部2から125~175mmの部位3aの平均肉厚が他の打球部3b・3c(バット先端部2から0~125mmの部位、乃至はバット先端部2から175~300mmの部位)の平均肉厚よりも0.2~0.8mm厚くしたことにより強度を損なうこともなく、又、打球部3の中心に質量が集中することからボールとの衝突に際し、バットの有効質量が増大し、反発特性が一層高くなるものである。

【0024】(実施例7)本願発明に係る打球部の円管方向の固有振動数が1750Hz以下乃至は1650Hz以下である硬式野球用バットの素材としては、チタニウム、チタニウム合金製、アルミニウム合金製又は繊維強化プラスチック製のものである。なお、本願発明に係



る硬式野球用バットに関し、例えば、アルミニウム合金製硬式野球用バットの場合には、アルミニウム合金製の一本の同一素材からなる円管を必要な厚みに切削加工した後、スエジングマシンで硬式野球用バットの形状に成形することが出来るし、逆にスエジングマシンで硬式野球用バットの形状に成形後、切削加工することも出来るものである。なお、本願発明に係るアルミニウム合金製の硬式野球用バットにおいて、打球部の肉厚が、内部肉厚の場合には、一本の同一素材からなる円管を切削加工することなくスエジングマシンで、前記肉厚分布を有する硬式野球用バットの形状に成形することが出来るものである。これらのことから、製造工程上は、打球部の肉厚は内部肉厚に形成することが望ましい。

【0025】なお、本願発明に係るアルミニウム合金製の硬式野球用バットとしては、JIS6000系やJIS7000系のアルミニウム合金を使用することが出来る。特に、本願発明に係る硬式野球用バットに使用するアルミニウム合金としては、JIS7001、JIS7046、JIS7050、JIS7101、JIS7478を使用することが望ましい。

【0026】又、本願発明に係る硬式野球用バットの素材として、例えば繊維強化プラスチック製（FRP製）バットとしては、カーボンファイバーやグラスファイバーやアラミドファイバーその他の補強繊維等を使用することが出来るものである。これらの補強繊維の配向角度は、バットの長手方向に対して $0^{\circ} \sim 45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ までの組み合わせが可能であり、補強繊維の種類や補強繊維の配向角の組み合わせは、バットの強度とバットとしての要求特性により決定される。

【0027】更に、本願発明に係る硬式野球用バットに使用するチタン素材としては、例えば、 $\beta$ 型乃至は $\alpha + \beta$ 型チタン合金を使用することが出来る。特に、本願発明に係る硬式野球用バットのチタン合金としては、たとえば、 $\beta$ 型チタン合金であるTi-15V-3Cr-3Sn-3Alや $\alpha + \beta$ 型チタン合金であるTi-6Al-2Sn-4Zr-2Moを使用することが塑性加工する上で望ましい。

【0028】

【発明の効果】以上のように本願発明に係る硬式野球用バットによれば、円管方向の固有振動数を1750Hz以下、乃至は1650Hz以下にしているため、従来の硬式野球用バットよりも低くしたことから、反発特性に優れ、飛距離を向上した硬式野球用バットを提供することが出来るものである。更に、本願発明の構成に係る硬式野球用バットにおいては、円管方向の固有振動数をかなり低く設定しているため、特にバットの先端部から50～200mmの部位の平均肉厚が他の打球部の部位（バット先端部から0～50mmの部位、乃至は200～300mmの部位）の平均肉厚よりも厚くしたので、強度を損なうこともなく、更に打球部の中心に質量が集中

することから、ボールとの衝突に際し硬式野球用バットの有効質量が増大し、反発特性が一層高い硬式野球用バットを提供することができる。

【0029】又、本願発明の構成に係る硬式野球用バットにおいては、円管方向の固有振動数をかなり低く設定しているため、特に打球部の先端部から125～175mmの部位の平均肉厚が他の打球部の部位（バット先端部から0～125mmの部位、乃至はバット先端部から175～300mmの部位）の平均肉厚よりも厚いので、強度を損なうこともなく、また打球部の中心に質量が集中することから、ボールとの衝突に際し硬式野球用バットの有効質量が増大し、反発特性が一層高い硬式野球用バットを提供できると言った効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明に係る硬式野球用バットを示す側面図である。

【図2】本願発明に係る硬式野球用バットの断面を示す要部拡大断面図である。

20 【図3】本願発明に係る硬式野球用バットの断面を示す要部拡大断面図である。

【図4】本願発明に係る硬式野球用バットの断面を示す要部拡大断面図である。

【図5】本願発明に係る硬式野球用バットの断面を示す要部拡大断面図である。

【図6】本願発明に係る硬式野球用バットの断面を示す要部拡大断面図である。

【図7】本願発明に係る硬式野球用バットの反発係数測定装置を示す概略図である。

30 【図8】本願発明に係る硬式野球用バットの円管方向の固有振動測定装置を示す概略図である。

【図9】本願発明に係る硬式野球用バットの曲げ方向の固有振動測定装置を示す概略図である。

【図10】硬式野球用バットの曲げ方向の一次固有振動を示す説明図である。

【図11】硬式野球用バットの円管方向の振動を示す説明図である。

【符号の説明】

- |      |           |
|------|-----------|
| 1    | 硬式野球用バット  |
| 1A   | 測定点       |
| 1B   | 測定点       |
| 2    | バット先端部    |
| 3    | 打球部       |
| 3a   | 部位        |
| 3b   | 部位        |
| 3c   | 部位        |
| 4    | グリップエンド   |
| 5    | ピッチングマシン  |
| 6    | ボール       |
| 50 7 | ハイスピードカメラ |

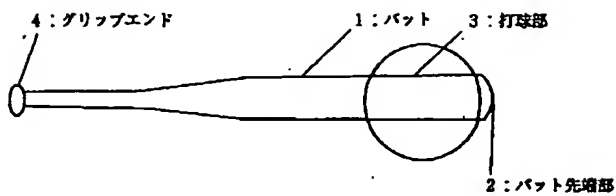
13

14

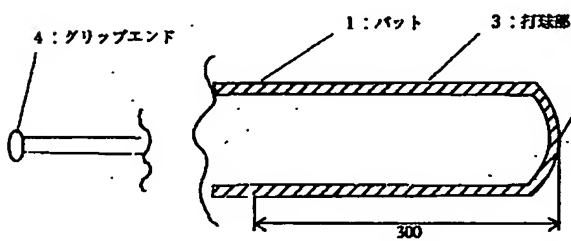
- 8 支柱  
9 バット吊り下げ台  
10 ゴムベルト  
11 インパクトハンマー  
12 加速度計

- 13 アンパ  
14 FFTアナライザー  
15 パーソナルコンピューター  
16 曲げ方向の一次振動の節

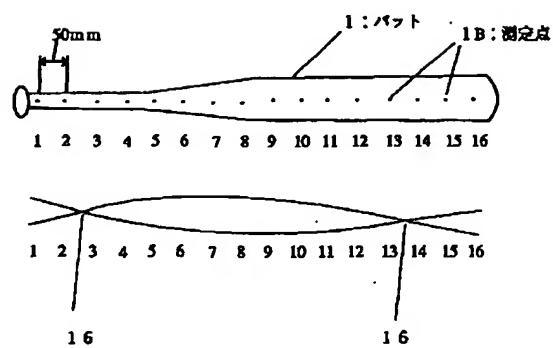
【図1】



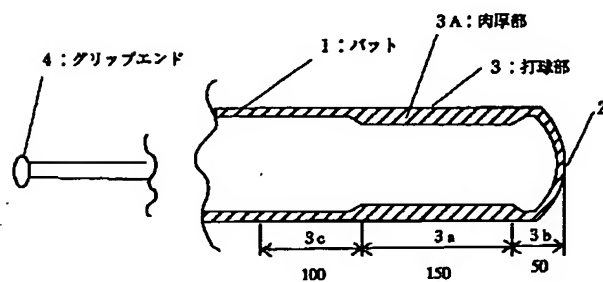
【図2】



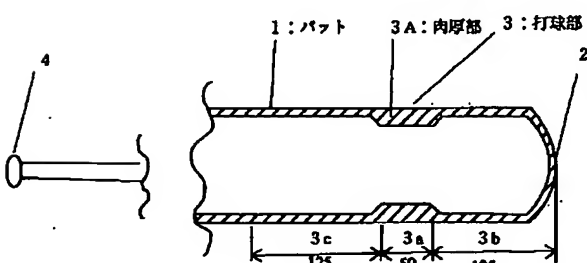
【図10】



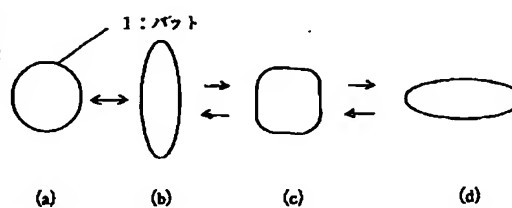
【図3】



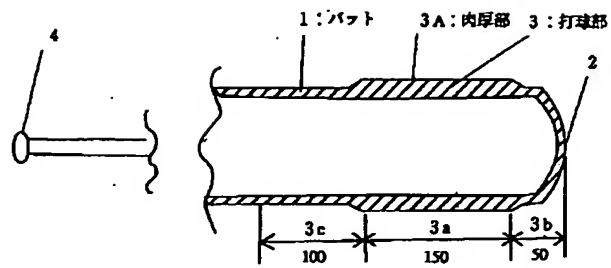
【図4】



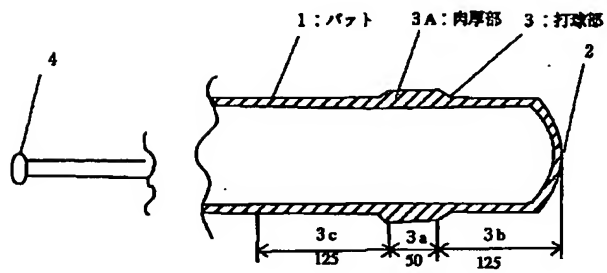
【図11】



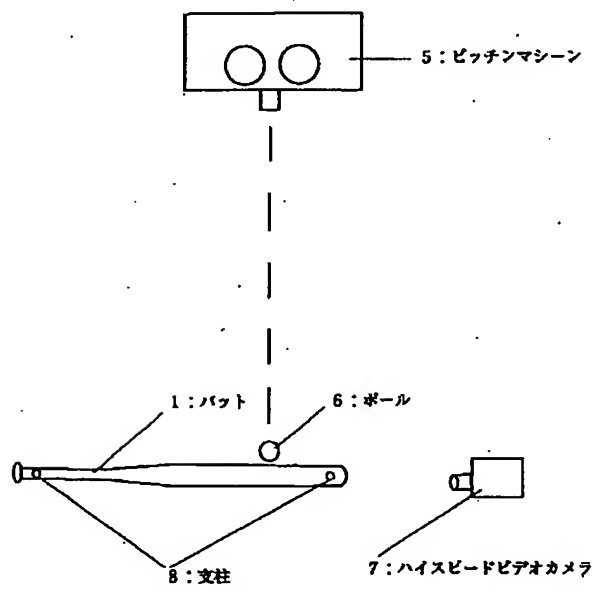
【図5】



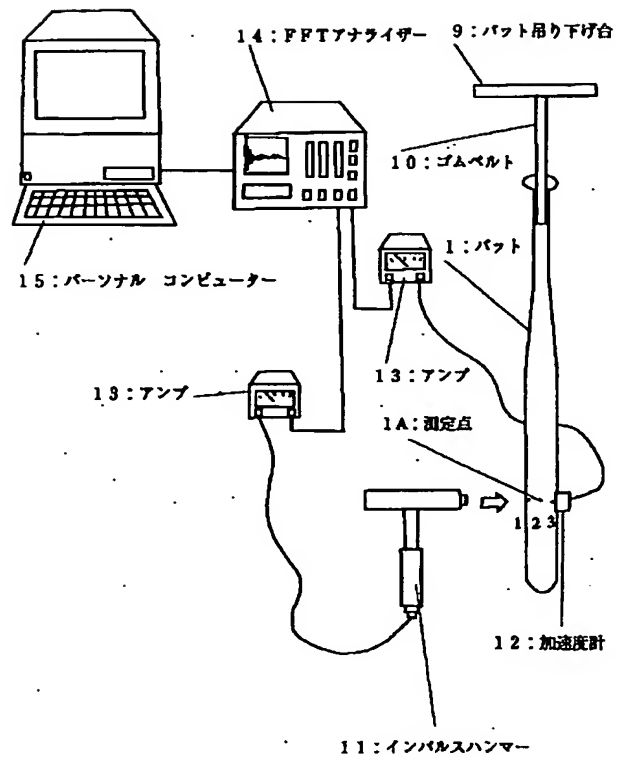
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

